

PCT

国際調査報告

(法8条、法施行規則第40、41条)
[PCT18条、PCT規則43、44]

出願人又は代理人 の書類記号 09322	今後の手続きについては、国際調査報告の送付通知様式(PCT/ISA/220) 及び下記5を参照すること。	
国際出願番号 PCT/JP99/04993	国際出願日 (日.月.年) 13.09.99	優先日 (日.月.年) 18.09.98
出願人 (氏名又は名称) 三菱電線工業株式会社		

国際調査機関が作成したこの国際調査報告を法施行規則第41条(PCT18条)の規定に従い出願人に送付する。
この写しは国際事務局にも送付される。

この国際調査報告は、全部で 3 ページである。

☐ この調査報告に引用された先行技術文献の写しも添付されている。

1. 国際調査報告の基礎

a. 言語は、下記に示す場合を除くほか、この国際出願がされたものに基づき国際調査を行った。

☐ この国際調査機関に提出された国際出願の翻訳文に基づき国際調査を行った。

b. この国際出願は、ヌクレオチド又はアミノ酸配列を含んでおり、次の配列表に基づき国際調査を行った。

☐ この国際出願に含まれる書面による配列表

☐ この国際出願と共に提出されたフレキシブルディスクによる配列表

☐ 出願後に、この国際調査機関に提出された書面による配列表

☐ 出願後に、この国際調査機関に提出されたフレキシブルディスクによる配列表

☐ 出願後に提出した書面による配列表が出願時における国際出願の開示の範囲を超える事項を含まない旨の陳述書の提出があった。

☐ 書面による配列表に記載した配列とフレキシブルディスクによる配列表に記録した配列が同一である旨の陳述書の提出があった。

2. ☐ 請求の範囲の一部の調査ができない(第I欄参照)。

3. ☐ 発明の単一性が欠如している(第II欄参照)。

4. 発明の名称は ☒ 出願人が提出したものを承認する。

☐ 次に示すように国際調査機関が作成した。

5. 要約は ☒ 出願人が提出したものを承認する。

☐ 第III欄に示されているように、法施行規則第47条(PCT規則38.2(b))の規定により国際調査機関が作成した。出願人は、この国際調査報告の発送の日から1カ月以内にこの国際調査機関に意見を提出することができる。

6. 要約書とともに公表される図は、

第 3(a) 図とする。 ☐ 出願人が示したとおりである。

☐ なし

☒ 出願人は図を示さなかった。

☐ 本図は発明の特徴を一層よく表している。

THIS PAGE BLANK (USPTO)

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))		
Int. Cl. ⁶ H01L31/10, 31/08		
B. 調査を行った分野		
調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))		
Int. Cl. ⁶ H01L31/10, 31/08, 31/02		
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの		
日本国実用新案公報 1940-1996 日本国公開実用新案公報 1971-1996 日本国登録実用新案公報 1994-1999 日本国実用新案登録公報 1996-1999		
国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)		
C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X Y	JP, 61-267374, A (ハネウエル・インコーポレーテッド) 26. 11月. 1986 (26. 11. 86) 第1図、第2頁右下欄第7行-第3頁左上欄第13行、 第3頁左下欄末行-同右下欄第8行 & US, 4616248, A & EP, 202637, A2	1 2-12
P, X	JP, 11-195810, A (三洋電機株式会社) 21. 7月. 1999 (21. 07. 99) 図1、段落24-26, 57, 60 (ファミリーなし)	1-7
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。		
* 引用文献のカテゴリー 「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す) 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願日の後に公表された文献 「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」 同一パテントファミリー文献		
国際調査を完了した日 07. 12. 99	国際調査報告の発送日 14.12.99	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/J P) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官 (権限のある職員) 小原 博生 2K 8102 電話番号 03-3581-1101 内線 3253	

THIS PAGE BLANK (USPTO)

C (続き) . 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	J P, 06-014561, B2 (ハネウエル・インコーポレーテッド*) 23. 2月. 1994 (23. 02. 94) 第1図、第5欄第14-42行、第6欄第29-31行 & US, 4614961, A & EP, 177918, B1 & DE, 3581998, C0 & J P, 61-091977, A	1-12
Y	J P, 63-181481, A (松下電器産業株式会社) 26. 7月. 1988 (26. 07. 88) 第1, 4図 第1頁右下欄第10-20行、第2頁左下欄、第3頁左上欄 (ファミリーなし)	2-12
Y	J P, 日本国実用新案登録出願01-132707号 (日本国実用 新案登録出願公開平03-071662号) の願書に添付された明 細書及び図面のマイクロフィルム (三洋電機株式会社) 19. 7月. 1991 (19. 07. 91) 第1図、明細書第4頁第10行-第6頁第14行 (ファミリーなし)	2-7
Y	US, 3971057, A (The Secretary of the Navy) 20. 7月. 1976 (20. 07. 76) Fig. 1 第2欄第14-31行 (ファミリーなし)	2-7
Y	J P, 49-006888, A (キャノン株式会社) 22. 1月. 1974 (22. 01. 74) 第1, 2図 第3頁左上欄第6-13行 (ファミリーなし)	8-12
Y	US, 3878105, A (General Dynamics Corporation) 15. 4月. 1975 (15. 04. 75) Fig. 1, 2 第2欄第58-第3欄第6行 (ファミリーなし)	8-12
A	J P, 61-008980, A (松下電器産業株式会社) 16. 1月. 1986 (16. 01. 86) 全文 (ファミリーなし)	1-12

THIS PAGE BLANK (USPTC)



特 許 協 力 条 約



P C T

REC'D 19 JAN 2001

国際予備審査報告

(法第12条、法施行規則第56条)
[PCT36条及びPCT規則70]

出願人又は代理人 の書類記号 09322	今後の手続きについては、国際予備審査報告の送付通知(様式PCT/ IPEA/416)を参照すること。	
国際出願番号 PCT/J P99/04993	国際出願日 (日.月.年) 13.09.99	優先日 (日.月.年) 18.09.98
国際特許分類(IPC) Int. Cl ⁷ H01L31/10		
出願人(氏名又は名称) 三菱電線工業株式会社		

1. 国際予備審査機関が作成したこの国際予備審査報告を法施行規則第57条(PCT36条)の規定に従い送付する。
2. この国際予備審査報告は、この表紙を含めて全部で 4 ページからなる。 <input type="checkbox"/> この国際予備審査報告には、附属書類、つまり補正されて、この報告の基礎とされた及び/又はこの国際予備審査機関に対してした訂正を含む明細書、請求の範囲及び/又は図面も添付されている。 (PCT規則70.16及びPCT実施細則第607号参照) この附属書類は、全部で ページである。
3. この国際予備審査報告は、次の内容を含む。 I <input checked="" type="checkbox"/> 国際予備審査報告の基礎 II <input type="checkbox"/> 優先権 III <input type="checkbox"/> 新規性、進歩性又は産業上の利用可能性についての国際予備審査報告の不作成 IV <input type="checkbox"/> 発明の単一性の欠如 V <input checked="" type="checkbox"/> PCT35条(2)に規定する新規性、進歩性又は産業上の利用可能性についての見解、それを裏付けるための文献及び説明 VI <input checked="" type="checkbox"/> ある種の引用文献 VII <input type="checkbox"/> 国際出願の不備 VIII <input type="checkbox"/> 国際出願に対する意見

国際予備審査の請求書を受理した日 12.04.00	国際予備審査報告を作成した日 25.12.00	
名称及びあて先 日本国特許庁(IPEA/J P) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官(権限のある職員) 小 原 博 生 電話番号 03-3581-1101 内線 3253	2K 8102

様式PCT/IPEA/409(表紙)(1998年7月)

THIS PAGE BLANK (USPTO)

I. 国際予備審査報告の基礎

1. この国際予備審査報告は下記の出願書類に基づいて作成された。(法第6条(PCT 14条)の規定に基づく命令に
応答するために提出された差し替え用紙は、この報告書において「出願時」とし、本報告書には添付しない。
PCT規則70.16, 70.17)

☒ 出願時の国際出願書類

- ☐ 明細書 第 _____ ページ、 出願時に提出されたもの
明細書 第 _____ ページ、 国際予備審査の請求書と共に提出されたもの
明細書 第 _____ ページ、 _____ 付の書簡と共に提出されたもの
- ☐ 請求の範囲 第 _____ 項、 出願時に提出されたもの
請求の範囲 第 _____ 項、 PCT 19条の規定に基づき補正されたもの
請求の範囲 第 _____ 項、 国際予備審査の請求書と共に提出されたもの
請求の範囲 第 _____ 項、 _____ 付の書簡と共に提出されたもの
- ☐ 図面 第 _____ ページ/図、 出願時に提出されたもの
図面 第 _____ ページ/図、 国際予備審査の請求書と共に提出されたもの
図面 第 _____ ページ/図、 _____ 付の書簡と共に提出されたもの
- ☐ 明細書の配列表の部分 第 _____ ページ、 出願時に提出されたもの
明細書の配列表の部分 第 _____ ページ、 国際予備審査の請求書と共に提出されたもの
明細書の配列表の部分 第 _____ ページ、 _____ 付の書簡と共に提出されたもの

2. 上記の出願書類の言語は、下記に示す場合を除くほか、この国際出願の言語である。

上記の書類は、下記の言語である _____ 語である。

- ☐ 国際調査のために提出されたPCT規則23.1(b)という翻訳文の言語
☐ PCT規則48.3(b)という国際公開の言語
☐ 国際予備審査のために提出されたPCT規則55.2または55.3という翻訳文の言語

3. この国際出願は、ヌクレオチド又はアミノ酸配列を含んでおり、次の配列表に基づき国際予備審査報告を行った。

- ☐ この国際出願に含まれる書面による配列表
☐ この国際出願と共に提出されたフレキシブルディスクによる配列表
☐ 出願後に、この国際予備審査(または調査)機関に提出された書面による配列表
☐ 出願後に、この国際予備審査(または調査)機関に提出されたフレキシブルディスクによる配列表
☐ 出願後に提出した書面による配列表が出願時における国際出願の開示の範囲を超える事項を含まない旨の陳述書の提出があった
☐ 書面による配列表に記載した配列とフレキシブルディスクによる配列表に記載した配列が同一である旨の陳述書の提出があった。

4. 補正により、下記の書類が削除された。

- ☐ 明細書 第 _____ ページ
☐ 請求の範囲 第 _____ 項
☐ 図面 図面の第 _____ ページ/図

5. ☐ この国際予備審査報告は、補充欄に示したように、補正が出願時における開示の範囲を越えてされたものと認められるので、その補正がされなかったものとして作成した。(PCT規則70.2(c) この補正を含む差し替え用紙は上記1.における判断の際に考慮しなければならず、本報告に添付する。)

THIS PAGE BLANK (USPTO)

V. 新規性、進歩性又は産業上の利用可能性についての法第12条(PCT35条(2))に定める見解、それを裏付ける文献及び説明

1. 見解

新規性(N)	請求の範囲	2-12	有
	請求の範囲	1	無
進歩性(IS)	請求の範囲		有
	請求の範囲	1-12	無
産業上の利用可能性(IA)	請求の範囲	1-12	有
	請求の範囲		無

2. 文献及び説明(PCT規則70.7)

請求の範囲1

文献1: JP, 61-267374, A (ハネウエル・インコーポレーテッド)
26. 11月. 1986 (26. 11. 86)

第1図、第2頁右下欄第7行-第3頁左上欄第13行、
第3頁左下欄第7行-同右下欄第8行

には、サファイア基板11上に高電気伝導度Ga_{0.5}In_{0.5}N層12、AlGa_{0.5}In_{0.5}N層14、セシウム層15を形成し、Ga_{0.5}In_{0.5}N層12上の一部にカソード16を設けて、セシウム層15側から入射した光子がAlGa_{0.5}In_{0.5}N層14で吸収され自由電子を生ずる光電陰極検出器が記載されているので、請求の範囲1に記載された発明は、新規性を有しない。

請求の範囲2-6

文献2: JP, 日本国実用新案登録出願01-132707号(日本国実用新案登録出願公開平03-071662号)の願書に添付された明細書及び
図面のマイクロフィルム(三洋電機株式会社)
19. 7月. 1991 (19. 07. 91)

第1図、明細書第4頁第10行-第6頁第14行

には、半導体基板1上のエピタキシャル層2のアイランド5の表面に櫛歯状のアノード電極を設けたショットキーバリアダイオードが記載されているので、請求の範囲2-6に記載された発明は、上記文献1及び2記載の発明に基づき進歩性を有しない。

請求の範囲7

文献3: US, 3971057, A (The Secretary of the Navy)
20. 7月. 1976 (20. 07. 76)

Fig. 1、第2欄第14-31行

には、低抵抗層14を有するシリコン基板10に電極16を形成したショットキーバリア22を有する光検出器が記載されているので、請求の範囲7に記載された発明は、上記文献1乃至3記載の発明に基づき進歩性を有しない。

請求の範囲8-12

文献4: JP, 49-006888, A (キャノン株式会社)
22. 1月. 1974 (22. 01. 74)

第1, 2図、第2頁左下欄第8-10行、第3頁左上欄第6-13行

には、光導電膜の一方をくし形の電極や透明電極とする電極ではさんだ受光素子が記載されているので、請求の範囲8-12に記載された発明は、上記文献1及び4記載の発明に基づき進歩性を有しない。

THIS PAGE BLANK (USPTO)

VI. ある種の引用文献

1. ある種の公表された文書 (PCT規則70.10)

出願番号 特許番号	公知日 (日. 月. 年)	出願日 (日. 月. 年)	優先日 (有効な優先権の主張) (日. 月. 年)
J P, 11-195810, A 「E, X」	21. 07. 99	26. 12. 97	

2. 書面による開示以外の開示 (PCT規則70.9)

書面による開示以外の開示の種類	書面による開示以外の開示の日付 (日. 月. 年)	書面による開示以外の開示に言及している 書面の日付 (日. 月. 年)

THIS PAGE BLANK (USPTO)

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

(PCT Article 36 and Rule 70)

Applicant's or agent's file reference 09322	FOR FURTHER ACTION See Notification of Transmittal of International Preliminary Examination Report (Form PCT/IPEA/416)	
International application No. PCT/JP99/04993	International filing date (day/month/year) 13 September 1999 (13.09.99)	Priority date (day/month/year) 18 September 1998 (18.09.98)
International Patent Classification (IPC) or national classification and IPC H01L 31/10		
Applicant MITSUBISHI CABLE INDUSTRIES, LTD.		

1. This international preliminary examination report has been prepared by this International Preliminary Examining Authority and is transmitted to the applicant according to Article 36.

2. This REPORT consists of a total of 5 sheets, including this cover sheet.

☐ This report is also accompanied by ANNEXES, i.e., sheets of the description, claims and/or drawings which have been amended and are the basis for this report and/or sheets containing rectifications made before this Authority (see Rule 70.16 and Section 607 of the Administrative Instructions under the PCT).

These annexes consist of a total of _____ sheets.

3. This report contains indications relating to the following items:

- I ☒ Basis of the report
- II ☐ Priority
- III ☐ Non-establishment of opinion with regard to novelty, inventive step and industrial applicability
- IV ☐ Lack of unity of invention
- V ☒ Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement
- VI ☒ Certain documents cited
- VII ☐ Certain defects in the international application
- VIII ☐ Certain observations on the international application

Date of submission of the demand 12 April 2000 (12.04.00)	Date of completion of this report 25 December 2000 (25.12.2000)
Name and mailing address of the IPEA/JP	Authorized officer
Facsimile No.	Telephone No.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.

PCT/JP99/04993

I. Basis of the report

1. With regard to the **elements** of the international application:*

- ☒ the international application as originally filed
- ☐ the description:
 pages _____, as originally filed
 pages _____, filed with the demand
 pages _____, filed with the letter of _____
- ☐ the claims:
 pages _____, as originally filed
 pages _____, as amended (together with any statement under Article 19
 pages _____, filed with the demand
 pages _____, filed with the letter of _____
- ☐ the drawings:
 pages _____, as originally filed
 pages _____, filed with the demand
 pages _____, filed with the letter of _____
- ☐ the sequence listing part of the description:
 pages _____, as originally filed
 pages _____, filed with the demand
 pages _____, filed with the letter of _____

2. With regard to the **language**, all the elements marked above were available or furnished to this Authority in the language in which the international application was filed, unless otherwise indicated under this item.
 These elements were available or furnished to this Authority in the following language _____ which is:
☐ the language of a translation furnished for the purposes of international search (under Rule 23.1(b)).
☐ the language of publication of the international application (under Rule 48.3(b)).
☐ the language of the translation furnished for the purposes of international preliminary examination (under Rule 55.2 and/or 55.3).

3. With regard to any **nucleotide and/or amino acid sequence** disclosed in the international application, the international preliminary examination was carried out on the basis of the sequence listing:

- ☐ contained in the international application in written form.
☐ filed together with the international application in computer readable form.
☐ furnished subsequently to this Authority in written form.
☐ furnished subsequently to this Authority in computer readable form.
☐ The statement that the subsequently furnished written sequence listing does not go beyond the disclosure in the international application as filed has been furnished.
☐ The statement that the information recorded in computer readable form is identical to the written sequence listing has been furnished.

4. ☐ The amendments have resulted in the cancellation of:

- ☐ the description, pages _____
☐ the claims, Nos. _____
☐ the drawings, sheets/fig _____

5. ☐ This report has been established as if (some of) the amendments had not been made, since they have been considered to go beyond the disclosure as filed, as indicated in the Supplemental Box (Rule 70.2(c)).**

* Replacement sheets which have been furnished to the receiving Office in response to an invitation under Article 14 are referred to in this report as "originally filed" and are not annexed to this report since they do not contain amendments (Rule 70.16 and 70.17).

** Any replacement sheet containing such amendments must be referred to under item 1 and annexed to this report.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.
PCT/JP 99/04993

V. Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement

1. Statement

Novelty (N)	Claims	2-12	YES
	Claims	1	NO
Inventive step (IS)	Claims		YES
	Claims	1-12	NO
Industrial applicability (IA)	Claims	1-12	YES
	Claims		NO

2. Citations and explanations

Claim 1

Document 1: JP, 61-267374, A (Honeywell Inc.), November 26, 1986 (26.11.86), Fig. 1; page 2, lower right column, line 7 to page 3, upper left column, line 13; page 3, lower left column, line 7 to lower right column, line 8

Document 1 discloses a photocathode detector wherein a high conductivity GaN layer (12), an AlGaN layer (14) and a cesium layer (15) are formed on top of a sapphire substrate (11), a cathode (16) is provided on one part of the top of the GaN layer (12) and wherein the electrons radiated from the cesium layer (15) side are absorbed by the AlGaN layer (14) to produce free electrons. Therefore, the invention disclosed in Document 1 lacks novelty.

Claims 2 to 6

Document 2: Microfilm of specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 132707/1989 (laid-open No. 071662/1991 (Sanyo Electric Co., Ltd.), July 19, 1991 (19.07.91), Fig. 1; specification, page 4, line 10 to page 6, line 14

Document 2 discloses a Schottky barrier diode wherein

THIS PAGE BLANK (USPTO)

an anode electrode shaped like the teeth of a comb is provided on the surface of an island (5) of an epitaxial layer (2) on top of a semiconductor substrate (1). Therefore, the invention disclosed in Claims 2 to 6 does not involve an inventive step in the light of the inventions disclosed in the above-mentioned Documents 1 and 2.

Claim 7

Document 3: US, 3971057, A (The Secretary of the Navy), July 20, 1976 (20.07.76), Fig. 1; column 2, lines 14 to 31

Document 3 discloses a photo-detector having a Schottky barrier (22), formed by providing an electrode (16) on top of a silicon substrate (10) having a low resistance layer (14). Therefore, the invention disclosed in Claim 7 does not involve an inventive step in the light of the inventions disclosed in the above-mentioned Documents 1 to 3.

Claim 8 to 12

Document 4: JP, 49-006888, A (Canon Inc.), January 22, 1974 (22.01.74), Fig. 1 and 2; page 2, lower left column, lines 8 to 10; page 3, upper left column, lines 6 to 12

Document 4 discloses a light-receiving element wherein one side of a photoconductive film is held between electrodes that are comb-shaped electrodes or transparent electrodes. Therefore, the invention disclosed in Claims 8 to 12 does not involve an inventive step in the light of the inventions disclosed in the above-mentioned Documents 1 to 4.

THIS PAGE BLANK (USPTC)

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.

PCT/JP99/04993

VI. Certain documents cited

1. Certain published documents (Rule 70.10)

Application No. Patent No.	Publication date (day/month/year)	Filing date (day/month/year)	Priority date (valid claim) (day/month/year)
JP.11-195810.A [E.X]	21 July 1999 (21.07.1999)	26 December 1997 (26.12.1997)	

2. Non-written disclosures (Rule 70.9)

Kind of non-written disclosure	Date of non-written disclosure (day/month/year)	Date of written disclosure referring to non-written disclosure (day/month/year)

THIS PAGE BLANK (USPTO)

PATENT COOPERATION TREATY

PCT

NOTIFICATION OF ELECTION

(PCT Rule 61.2)

From the INTERNATIONAL BUREAU

To:

Assistant Commissioner for Patents
United States Patent and Trademark
Office
Box PCT
Washington, D.C.20231
ETATS-UNIS D'AMERIQUE

in its capacity as elected Office

Date of mailing (day/month/year) 05 May 2000 (05.05.00)	
International application No. PCT/JP99/04993	Applicant's or agent's file reference 09322
International filing date (day/month/year) 13 September 1999 (13.09.99)	Priority date (day/month/year) 18 September 1998 (18.09.98)
Applicant TADATOMO, Kazuyuki et al	

1. The designated Office is hereby notified of its election made:

☒

in the demand filed with the International Preliminary Examining Authority on:

12 April 2000 (12.04.00)

☐

in a notice effecting later election filed with the International Bureau on:

2. The election ☒ was☐

was not

made before the expiration of 19 months from the priority date or, where Rule 32 applies, within the time limit under Rule 32.2(b).

<p>The International Bureau of WIPO 34, chemin des Colombettes 1211 Geneva 20, Switzerland</p> <p>Facsimile No.: (41-22) 740.14.35</p>	<p>Authorized officer Kiwa Mpay</p> <p>Telephone No.: (41-22) 338.83.38</p>
--	---

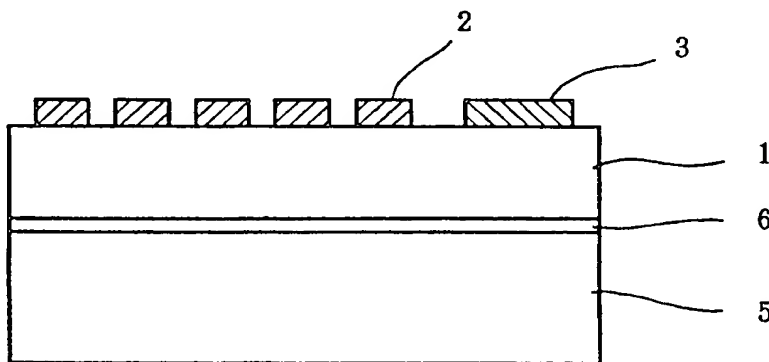
THIS PAGE BLANK (USPTO)



(51) 国際特許分類6 H01L 31/10, 31/08	A1	(11) 国際公開番号 WO00/17941 (43) 国際公開日 2000年3月30日(30.03.00)		
<table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%; vertical-align: top;"> (21) 国際出願番号 PCT/JP99/04993 (22) 国際出願日 1999年9月13日(13.09.99) (30) 優先権データ 特願平10/265506 1998年9月18日(18.09.98) JP 特願平10/265516 1998年9月18日(18.09.98) JP (71) 出願人 (米国を除くすべての指定国について) 三菱電線工業株式会社 (MITSUBISHI CABLE INDUSTRIES, LTD.)[JP/JP] 〒660-0856 兵庫県尼崎市東向島西之町8番地 Hyogo, (JP) 株式会社 ニコン(NIKON CORPORATION)[JP/JP] 〒100-8331 東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 Tokyo, (JP) (72) 発明者 ; および (75) 発明者 / 出願人 (米国についてのみ) 只友一行(TADATOMO, Kazuyuki)[JP/JP] 岡川広明(OKAGAWA, Hiroaki)[JP/JP] 大内洋一郎(OUCHI, Yoichiro)[JP/JP] 湖東雅弘(KOTO, Masahiro)[JP/JP] 〒664-0027 兵庫県伊丹市池尻4丁目3番地 三菱電線工業株式会社 伊丹製作所内 Hyogo, (JP) </td> <td style="width: 50%; vertical-align: top;"> 平松和政(HIRAMATSU, Kazumasa)[JP/JP] 〒510-0822 三重県四日市市芝田1丁目4番22号 Mie, (JP) 濱村 寛(HAMAMURA, Yutaka)[JP/JP] 〒228-0828 神奈川県相模原市麻溝台1丁目10番1号 株式会社 ニコン 相模原製作所内 Kanagawa, (JP) 清水澄人(SHIMIZU, Sumito)[JP/JP] 〒140-8601 東京都品川区西大井1丁目6番3号 株式会社 ニコン 大井製作所内 Tokyo, (JP) (74) 代理人 高島 一(TAKASHIMA, Hajime) 〒541-0046 大阪府大阪市中央区平野町三丁目3番9号 (湯木ビル) Osaka, (JP) (81) 指定国 CA, KR, US, 欧州特許 (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE) 添付公開書類 国際調査報告書 </td> </tr> </table>			(21) 国際出願番号 PCT/JP99/04993 (22) 国際出願日 1999年9月13日(13.09.99) (30) 優先権データ 特願平10/265506 1998年9月18日(18.09.98) JP 特願平10/265516 1998年9月18日(18.09.98) JP (71) 出願人 (米国を除くすべての指定国について) 三菱電線工業株式会社 (MITSUBISHI CABLE INDUSTRIES, LTD.)[JP/JP] 〒660-0856 兵庫県尼崎市東向島西之町8番地 Hyogo, (JP) 株式会社 ニコン(NIKON CORPORATION)[JP/JP] 〒100-8331 東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 Tokyo, (JP) (72) 発明者 ; および (75) 発明者 / 出願人 (米国についてのみ) 只友一行(TADATOMO, Kazuyuki)[JP/JP] 岡川広明(OKAGAWA, Hiroaki)[JP/JP] 大内洋一郎(OUCHI, Yoichiro)[JP/JP] 湖東雅弘(KOTO, Masahiro)[JP/JP] 〒664-0027 兵庫県伊丹市池尻4丁目3番地 三菱電線工業株式会社 伊丹製作所内 Hyogo, (JP)	平松和政(HIRAMATSU, Kazumasa)[JP/JP] 〒510-0822 三重県四日市市芝田1丁目4番22号 Mie, (JP) 濱村 寛(HAMAMURA, Yutaka)[JP/JP] 〒228-0828 神奈川県相模原市麻溝台1丁目10番1号 株式会社 ニコン 相模原製作所内 Kanagawa, (JP) 清水澄人(SHIMIZU, Sumito)[JP/JP] 〒140-8601 東京都品川区西大井1丁目6番3号 株式会社 ニコン 大井製作所内 Tokyo, (JP) (74) 代理人 高島 一(TAKASHIMA, Hajime) 〒541-0046 大阪府大阪市中央区平野町三丁目3番9号 (湯木ビル) Osaka, (JP) (81) 指定国 CA, KR, US, 欧州特許 (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE) 添付公開書類 国際調査報告書
(21) 国際出願番号 PCT/JP99/04993 (22) 国際出願日 1999年9月13日(13.09.99) (30) 優先権データ 特願平10/265506 1998年9月18日(18.09.98) JP 特願平10/265516 1998年9月18日(18.09.98) JP (71) 出願人 (米国を除くすべての指定国について) 三菱電線工業株式会社 (MITSUBISHI CABLE INDUSTRIES, LTD.)[JP/JP] 〒660-0856 兵庫県尼崎市東向島西之町8番地 Hyogo, (JP) 株式会社 ニコン(NIKON CORPORATION)[JP/JP] 〒100-8331 東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 Tokyo, (JP) (72) 発明者 ; および (75) 発明者 / 出願人 (米国についてのみ) 只友一行(TADATOMO, Kazuyuki)[JP/JP] 岡川広明(OKAGAWA, Hiroaki)[JP/JP] 大内洋一郎(OUCHI, Yoichiro)[JP/JP] 湖東雅弘(KOTO, Masahiro)[JP/JP] 〒664-0027 兵庫県伊丹市池尻4丁目3番地 三菱電線工業株式会社 伊丹製作所内 Hyogo, (JP)	平松和政(HIRAMATSU, Kazumasa)[JP/JP] 〒510-0822 三重県四日市市芝田1丁目4番22号 Mie, (JP) 濱村 寛(HAMAMURA, Yutaka)[JP/JP] 〒228-0828 神奈川県相模原市麻溝台1丁目10番1号 株式会社 ニコン 相模原製作所内 Kanagawa, (JP) 清水澄人(SHIMIZU, Sumito)[JP/JP] 〒140-8601 東京都品川区西大井1丁目6番3号 株式会社 ニコン 大井製作所内 Tokyo, (JP) (74) 代理人 高島 一(TAKASHIMA, Hajime) 〒541-0046 大阪府大阪市中央区平野町三丁目3番9号 (湯木ビル) Osaka, (JP) (81) 指定国 CA, KR, US, 欧州特許 (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE) 添付公開書類 国際調査報告書			

(54)Title: SEMICONDUCTOR PHOTODETECTOR

(54)発明の名称 半導体受光素子



(57) Abstract

A semiconductor photodetector comprising a photodetecting layer (1) made of a GaN semiconductor and an electrode (2) so provided light (L) can be incident on a light-detecting surface (1a) which is one side of the photodetecting layer (1). If the photodetector is of Schottky barrier type, the electrode (2) includes a Schottky electrode so provided that the total length of the boundary line between the portion covered with the Schottky electrode of the photodetecting surface (1a) and the portion exposed is longer than the outer periphery of the photodetecting surface (1a). If the photodetector is of photoconductive type, the photodetecting layer (1) is an i layer of first conductivity type, the electrode (2) is an ohmic electrode of one polarity, and an ohmic electrode of the other polarity is provided on the other side of the photodetecting layer (1) directly or through a low-resistance GaN semiconductor layer of first conductivity type.

(57)要約

GaN系半導体からなる受光層(1)と、該受光層の一方の面を受光面(1a)として、該受光面に該受光層への光(L)の入射を可能とする態様にて設けられた電極(2)とを有する半導体受光素子である。当該受光素子がショットキー障壁型の場合には、前記電極(2)は、少なくともショットキー電極を含んでおり、該受光面(1a)のうち、ショットキー電極に覆われている領域と、露出している領域との境界線の長さの合計が、受光面(1a)の外周の長さよりも長くなるように、ショットキー電極を設ける。また、当該受光素子が光導電型の場合には、前記受光層(1)は第一導電型のi層であり、前記電極(2)が一方の極のオーミック電極であり、受光層(1)の他方の面には、直接的にまたは、第一導電型で低抵抗のGaN系半導体層を介して、他方の極のオーミック電極が設けられる。

PCTに基づいて公開される国際出願のパンフレット第一頁に掲載されたPCT加盟国を同定するために使用されるコード(参考情報)

AE	アラブ首長国連邦	DM	ドミニカ	KZ	カザフスタン	RU	ロシア
AL	アルバニア	EE	エストニア	LC	セントルシア	SD	スーダン
AM	アルメニア	ES	スペイン	LI	リヒテンシュタイン	SE	スウェーデン
AT	オーストリア	FI	フィンランド	LK	スリ・ランカ	SG	シンガポール
AU	オーストラリア	FR	フランス	LR	リベリア	SI	スロヴェニア
AZ	アゼルバイジャン	GA	ガボン	LS	レソト	SK	スロヴァキア
BA	ボスニア・ヘルツェゴビナ	GB	英国	LT	リトアニア	SL	シエラ・レオネ
BB	バルバドス	GD	グレナダ	LU	ルクセンブルグ	SN	セネガル
BE	ベルギー	GE	グルジア	LV	ラトヴィア	SZ	スワジランド
BF	ブルキナ・ファソ	GH	ガーナ	MA	モロッコ	TD	チャード
BG	ブルガリア	GN	ガンビア	MC	モナコ	TG	トーゴ
BJ	ベナン	GM	ギニア	MD	モルドヴァ	TJ	タジキスタン
BR	ブラジル	GW	ギニア・ビサウ	MG	マダガスカル	TZ	タンザニア
BY	ベラルーシ	GR	ギリシャ	MK	マケドニア旧ユーゴスラヴィア	TM	トルクメニスタン
CA	カナダ	HR	クロアチア		共和国	TR	トルコ
CF	中央アフリカ	HU	ハンガリー	ML	マリ	TT	トリニダード・トバゴ
CG	コンゴ	ID	インドネシア	MN	モンゴル	UA	ウクライナ
CH	スイス	IE	アイルランド	MR	モーリタニア	UG	ウガンダ
CI	コートジボアール	IL	イスラエル	MW	マラウイ	US	米国
CM	カメルーン	IN	インド	MX	メキシコ	UZ	ウズベキスタン
CN	中国	IS	アイスランド	NE	ニジェール	VN	ヴェトナム
CR	コスタ・リカ	IT	イタリア	NL	オランダ	YU	ユーゴスラビア
CU	キューバ	JP	日本	NO	ノールウェー		南アフリカ共和国
CY	キプロス	KE	ケニア	NZ	ニュージーランド	ZA	ジンバブエ
CZ	チェッコ	KG	キルギスタン	PL	ポーランド		
DE	ドイツ	KP	北朝鮮	PT	ポルトガル		
DK	デンマーク	KR	韓国	RO	ルーマニア		

明 細 書
半導体受光素子
技術分野

本発明は、G a N系半導体材料を用いた受光素子に関するものである。

背景技術

集積回路の高密度化に伴い、その微細な回路パターンを形成するためのステッパー（縮小投影露光装置）には、より高い解像度でより微細な描画を行なう能力が要求されている。そのため、露光に用いられるレーザー光は、青色光から紫外線の領域へと、短い波長に移り変わっており、さらに、現在用いられている波長248nm光（KrFエキシマレーザー装置）から、波長193nm光（ArFエキシマレーザー装置）への切り換えが検討されている。

上記ステッパーによる露光の工程では、レーザー光の一部を受光素子で受け、出力の変動などをモニターしている。その受光素子としてはフォトダイオード（PD）が有用である。PDにはSi系半導体材料を用いたものがあるが、レーザー光が、上記248nmのような強烈なエネルギーを持つ光になると、Si系のPDでは劣化が著しく、頻繁に新しいものと交換しなければならない状況となっている。

PDには、多くの受光原理に基づくものがあり、そのなかの1つにショットキー障壁型のPDがある。紫外線を受光対象とするショットキー障壁型のPDとしては、特開昭61-91977号公報に記載の発明が挙げられる。このPDは、サファイア基板の上に、AlNバッファ層を介してAlGaIn層を成長させ、該AlGaIn層上に、ショットキー電極（ショットキー障壁が形成されるように接合された電極）と、オーミック電極とを設けてPDを構成している。

上記公報のPDは、図4（b）に示すように、受光対象とする光L3を基板側から入射させ、ショットキー電極220の直下の領域（半導体側に広がる空乏層の部分）210bに到達させて受光する構造である。半導体層210の上面210aには、オーミック電極230も形成されている。このPDが光を基板側から

入射させるものであることは、ショットキー電極が受光面に対して大面積を占有しており、光が基板側からしか入れない構造となっていることから明らかである。また該公報自体にも「光子が、透明の Al_2O_3 基板を通過して、ショットキー障壁下の空乏領域に入ると、電子-正孔の対が作られる。」と明記されている。

ところが、上記公報のPDには次のような問題点がある。

- ①受光すべき光を、サファイア基板から厚い AlGaIn 層を通過させてショットキー電極の裏面に導き受光する構成であるために、光が AlGaIn 層に吸収され、感度が低下する。特に、受光すべき紫外線の波長が短くなるにつれて、即ち、光のエネルギーが大きくなり AlGaIn のバンドギャップから離れるにつれて、 AlGaIn 層での光の吸収係数は急激に大きくなり、光がショットキー接合によって形成される空乏層の領域またはその近傍に全く到達できない場合もある。
- ②上記①の理由によって、検出可能な光の波長域が、 AlGaIn のバンドギャップ近傍の狭い範囲に限られる。即ち、有感の波長域が狭い。

また、PDには、光導電型がある。光導電型のPDは、受光層（通常、高抵抗層とされた半導体結晶層）に光励起でキャリアが発生し該結晶の導電率が変化する現象（光導電効果）を利用して電流を取出し、受光したことを検出する受光素子である。

従来の光導電素子は、図8に示すように、受光層110の表面を受光面としてその面上に正負両極のオーミック電極120、130を対向して配置した構成となっている。光L4は、半導体結晶層110を励起しキャリアを発生させ得る光であって、キャリアの発生によって電極間の導電率が変化する。このような構成として、両電極120、130の間に電圧を印加しておくと、光が入射したことを電流の変化として検知することができる。

上記のような光導電素子の構造では、発生したキャリアは受光面に沿って電極間を移動することになる。本発明者等はこのことに問題点を見いだした。

即ち、受光面は、文字通り受光層を形成する物質の表面または界面であり、ま

た常に強烈なエネルギーの光にさらされることになるから、受光面とその表層には、実使用中に周囲から受ける汚染、入射光による半導体表面の劣化など、界面であることに起因する種々の品質上の問題がある。従って、受光面に沿ってキャリアが表層を移動する従来の素子構造では、キャリアの再結合速度が大きく変化し、検出結果の再現性は低くなり、光検出素子としての信頼性が損なわれることになる。

本発明の目的は、紫外域の波長の光に対しても優れた耐性を有する受光素子を提供することである。

本発明の他の目的は、紫外域の波長の光に対しても優れた耐性を有することに加えて、新たな構成によって従来より優れた感度を有するショットキー障壁型の受光素子を提供することである。

本発明の他の目的は、紫外域の波長の光に対しても優れた耐性を有することに加えて、受光面の汚染や劣化の影響を軽減し得る新たな構造を有する光導電型の受光素子を提供することである。

発明の開示

本発明の受光素子は、以下の特徴を有するものである。

(1) GaN系半導体からなる受光層と、該受光層の一方の面を受光面として、該受光面に該受光層への光の入射を可能とする態様にて設けられた電極とを、有することを特徴とする半導体受光素子。

(2) 当該受光素子がショットキー障壁型の受光素子であって、上記受光層が第一導電型の層であり、上記受光面に設けられた上記電極が、少なくともショットキー電極を含んでおり、該受光面のうち、ショットキー電極に覆われている領域と、露出している領域との境界線の長さの合計が、受光面の外周の長さよりも長い、上記(1)記載の受光素子。

(3) 上記ショットキー電極が、帯状導体を組み合わせてなる配線パターンとして形成されたものである上記(2)記載の受光素子。

(4) 上記帯状導体の帯の幅が、 $0.1\mu\text{m} \sim 2000\mu\text{m}$ である上記(2)

記載の受光素子。

(5) 上記配線パターンが、クシ形のパターンである上記(2)記載の受光素子。

(6) 上記受光層が、結晶基板上に第一導電型のGaN系半導体からなる層を1層以上成長させてなる積層体の最上層であって、オーミック電極が受光層以外の層に設けられている上記(2)記載の受光素子。

(7) 結晶基板が導電性を示す材料からなる基板であって、オーミック電極が結晶基板に設けられている上記(6)記載の受光素子。

(8) 当該受光素子が光導電型の受光素子であって、上記受光層が第一導電型のi層であり、上記受光面に設けられた上記電極が一方の極のオーミック電極であり、受光層の他方の面には、直接的にまたは、第一導電型で低抵抗のGaN系半導体層を介して、他方の極のオーミック電極が設けられている、上記(1)記載の受光素子。

(9) 一方の極のオーミック電極が、光の入射を可能とする様、透明電極として設けられている上記(8)記載の受光素子。

(10) 一方の極のオーミック電極が不透明な電極であって、光の入射を可能とする様、受光面に、電極に覆われた電極領域と、電極に覆われていない入射領域が形成されている上記(8)記載の受光素子。

(11) 上記他方の極のオーミック電極が第一導電型で低抵抗のGaN系半導体層を介して設けられる態様であって、結晶基板上に、前記低抵抗のGaN系半導体層、受光層が順に形成され、低抵抗のGaN系半導体層の上側の面が部分的に露出しており、この露出した面に他方の極のオーミック電極が設けられている上記(8)記載の受光素子。

(12) 上記結晶基板がサファイア結晶基板であり、上記低抵抗のGaN系半導体層が n^+ -GaN系半導体層であり、上記受光層が n^- -GaN系半導体層であって、上記受光面に設けられた一方の極のオーミック電極が、くし形電極である、上記(11)記載の受光素子。

図面の簡単な説明

図1は、本発明による受光素子（特にショットキー障壁型）の一例を示す図である。図1（a）は受光面を示す図であり、図1（b）は、図1（a）のX-X断面を部分的に示す端面図である。ハッチングは、電極を識別するために施している（以下同様）。

図2は、本発明の受光素子における、受光面とショットキー電極との形状の関係を示す図である。

図3は、本発明の受光素子（特にショットキー障壁型）の構造例を示す図である。図1（a）の切断線X-Xと同様の位置で、受光素子を切断したときの端面図である。

図4は、ショットキー障壁の空乏層と光の入射に関して、本発明と従来例とを比較する図である。

図5は、本発明による受光素子（特に光導電型）の構造例を示す断面図である。同図（a）は透明電極の態様、同図（b）は不透明電極の態様を示している。

図6は、本発明による受光素子（特に光導電型）の全体の形状例を示す斜視図である。

図7は、実施例3、4で作製した受光素子の、受光感度の特性を示すグラフ図であり、照射した光の波長と、受光感度との関係を示している。実線で描いた曲線①は実施例3を示し、破線で描いた曲線②は実施例4を示している。受光感度を示す縦軸は任意目盛である。

図8は、従来の光導電型の受光素子の構造を示す模式図である。

発明の詳細な説明

本発明の受光素子は、例えば、図1に示すように、GaN系半導体からなる受光層1と、該受光層の一方の面を受光面1aとして、受光面1aに設けられた電極2とを有する。電極2は、受光層1に検出すべき光Lの入射を可能とする態様にて設けられる。受光層の材料にGaN系半導体結晶を用いた受光素子であるから、Si系半導体材料を用いた従来のPDなどに比べて、耐紫外線性の改善され

た優れた受光素子となる。

本発明の受光素子の具体的な態様として、上記（２）のショットキー障壁型の受光素子（PD）と、上記（８）の光導電型の受光素子（PD）が挙げられる。

本発明でいうGaN系半導体は、式 $\text{In}_x\text{Ga}_y\text{Al}_z\text{N}$ （ $0 \leq X \leq 1$ 、 $0 \leq Y \leq 1$ 、 $0 \leq Z \leq 1$ 、 $X + Y + Z = 1$ ）で決定される化合物半導体である。

受光層に用いられるGaN系半導体は、検出対象とする光の波長範囲のうちの長波長端の値で、その最適組成は決定される。例えば、①青色領域（480nm付近）およびそれよりも短い波長域の光を対象とする時にはInGaN、②紫外線でも400nm以下の短い波長域の光を対象とする時にはIn組成の少ないInGaN、③365nm以下の紫外線だけを対象とする時にはGaN、AlGaNが選ばれる。

本発明の受光素子が受光の対象とする光は、受光層に用いられるGaN系半導体のバンドギャップで決定され、赤色光（波長656nm付近）よりも短い波長の光となるが、青色から紫外線・X線に至る短い波長の光を対象とするとき、本発明の有用性は顕著となる。特に、KrFエキシマレーザー装置から発せられる波長248nmの光や、ArFエキシマレーザー装置から発せられる波長193nmの光などの紫外線は、強烈なエネルギーを持つ光であるために従来の素子にとっては問題が多い。このような紫外線の受光に、GaN系半導体を用いることによって、耐紫外線性の改善された優れた受光素子が得られる。

先ず、上記（２）の態様であるショットキー障壁型の受光素子について説明する。この受光素子は、図1に示すように、第一導電型のGaN系半導体からなる層を受光層1として有する。Lは検出すべき光である。該受光層1の片側の面を受光面1aとして、該受光面1aにはショットキー電極2が少なくとも設けられる。このとき、被覆領域と露出領域との境界線の長さの合計（図1（a）の例では、ショットキー電極の外形線全体の総延長）を、受光面の外周よりも長くなるように、ショットキー電極を形成する。

上記（２）の態様でいう受光面とは、受光層の両面のうち光を受ける側の面全



面をいう。この受光面を部分的に覆うようにショットキー電極が設けられる。以下、受光面のうち、ショットキー電極に覆われている領域を「電極領域」と呼び、露出している領域を「露出領域」と呼んで説明する。

上記（２）の態様は、ショットキー障壁型のPDである。従って、ショットキー電極だけでなく、これに対する他方の電極が受光素子として機能し得るように設けられる。この他方の電極はオーミック電極であることが好ましい。オーミック電極については後述する。ショットキー障壁を用いた光検出のメカニズム自体は、従来のショットキー障壁型のPDの場合と同様である。n型の受光層について簡単に説明すると、両電極間に逆方向のバイアス電圧をかけて、ショットキー電極から受光層へ電子が流れ込み易くしておき、受光層に光励起で発生した電子の流れを電流として検出するものである。

本発明の重要な特徴は、図４（a）に示すように、空乏層1bが、ショットキー電極2の直下だけでなく、該電極の周囲に微量だけ広がってはみ出していることに着目し、それを利用したことにある。電極周囲に微量だけはみ出しているこの空乏層の部分（以下「空乏層のはみ出し部分」）には、電極の上面側からも光L1が入射することができる。また、ショットキー電極の直下であっても電極の周縁付近には、光L2のように斜め方向に入射する光も存在する。また、半導体中に入った光も、回折作用によって電極下の空乏層との相互作用を起こす。

本発明では、この空乏層のはみ出し部分や、電極の周縁直下付近の空乏層部分を、より多く確保することによって、これを積極的に受光検出に利用するものである。そのために、電極領域と露出領域との境界線をより長くとることが重要である。本発明では、ショットキー電極をより複雑な形状とすることによって、該境界線の長さを受光面の外周の全長よりも長くし、電極の上面側から照射される光を検出することを可能にしている。

これに対して、従来のショットキー障壁型の受光素子は、上述の公報および図４（b）に示すように、受光すべき光L3を基板側から入射させ、ショットキー電極220の裏面側に形成される空乏層210bの中央部で受けるものである。

即ち、従来のものは、ショットキー電極の面積をより大きく取ることが重要である。従来のショットキー電極にも、電極の周囲に微量だけ空乏層部分が広がっているが、電極面積をより効率よく大きく取ろうとするために、電極領域と露出領域との境界線の長さは短くなり、長くとも受光面の外周長さとなっている。

受光に必要な空乏層幅は、ショットキー障壁のギャップが大きいほど広がり、電極周囲へのはみ出し量も多くなる。従って、ショットキー障壁のギャップがより大きく得られるように材料を選択することが好ましい。また、このような点から、ショットキー障壁のギャップが大きくなるように、受光層のキャリア濃度を低くし、i層とすることが好ましい。

上記(2)の態様では、受光層に用いられるGaN系半導体の導電型は、第一導電型(即ち、p型またはn型のいずれか)であればよいが、不純物濃度の制御性、電極形成の容易性の点から、n型とするのが好ましい。

以下、受光層をn型とする態様を用いて上記(2)の態様を説明する。

ショットキー電極とは、金属と半導体との接合によってショットキー障壁と呼ばれる電位障壁が生じた状態の電極をいう。この電極は、例えば、S. M. Sze著(南日康夫ら訳)、“半導体デバイス”，産業図書(初版第3刷)164頁に記載の、金属と半導体との接触部のエネルギーバンド図で特徴付けられる金属で形成される。ショットキー障壁の高さ $q\phi$ は、金属の仕事関数 ϕ_m と半導体の電子親和力 χ との差であるから、 $q\phi = q(\phi_m - \chi)$ であり、 ϕ_m の比較的大きな材料が望まれる。

ショットキー電極の材料としては、Au、Pt、TiW、Ni、Pdなどが挙げられる。また、これらの材料を組み合わせてもよい。

ショットキー電極を上面側から見たときの該電極の形状は、上記作用の説明で述べたように、該電極の上面側からの光だけでも受光を検出できる程度に、長くなる形状であればよい。これを単純なモデルを挙げて次に説明する。

図2は、受光面を一边aの正方形とした場合のショットキー電極の形状を示す図である。電極の形状は、クシ歯の数が3本のクシ形の配線パターンである。ク

シ形全体としての縦横の寸法を $0.8a \times 0.8a$ とし、クシ形を構成している帯状導体の幅を $0.2a$ とすると、電極領域と露出領域との境界線の長さの合計は $5.6a$ となり、受光面の外周長さ $4a$ の 1.4 倍となる。

図1のように、クシ歯の数を8本とし、帯状導体（電極材料）の幅を $0.1a$ とすると、境界線の長さの合計は約 $13a$ となり、受光面の外周長さの約3倍となる。

ショットキー電極の形状を、図1、図2に示すようなクシ形の配線パターンとする場合、クシの歯に相当する部分は、帯状導体が平行に並んだ縞状を呈することになる。素子の規模や、配置環境（光の強度など）にもよるが、クシの歯に相当する部分の帯状導体の幅を、 $0.1\mu\text{m} \sim 2000\mu\text{m}$ とし、導体間の隙間の幅を $0.1\mu\text{m} \sim 1000\mu\text{m}$ とするのが好ましい。

ショットキー電極が上記クシ形電極のように、帯状導体が平行に並んだ縞状を呈する場合、導体間の隙間は大きいほど受光感度が大きくなる。

受光層の材料に、例えばGaNを用いた場合、隣合った帯状導体から互いの間隙へはみ出している空乏層の幅の和は、 $0.1\mu\text{m} \sim$ 数十 μm 程度であり、帯状導体の幅はこの値を考慮して決定するのが好ましい。また、帯状導体の幅は、小さくしすぎると電極の抵抗が大きくなってしまう。帯状導体の幅と導体間の隙間の幅との比は、帯状導体の幅／導体間の隙間の幅 ≤ 1 程度とするのがよい。

また、導体間の隙間の幅は、上記範囲のなかでも、空乏層の厚さと同じ値～空乏層の厚さの2倍程度とすることで、空乏層のはみ出し部分が導体間の隙間を覆い、しかも好ましくオーバーラップする。このような状態とすることで、受光層の下層の導電層に空乏層が到達した状態で、しかも受光面全体が空乏層で満たされるため、受光効率が良い。

逆バイアス電圧を印加すると、空乏層の厚さ・はみ出し量は広がるので、逆バイアス電圧を印加して受光する場合は、逆バイアス電圧の印加で広がった空乏層の厚さに対して、導体間の隙間の幅を決定するのがよい。

ショットキー電極の形状は、上記クシ形以外にも、帯状導体を任意に組み合わ

せてなる配線パターンであってもよい。例えば、帯状導体が矩形波のように蛇行するパターンや、格子状に交差するパターンなどが挙げられる。帯状導体の帯の幅は、上記クシ形の場合と同様、 $0.1\mu\text{m}\sim 2000\mu\text{m}$ とするのが好ましい。また、上記のパターン以外にも、任意の形状の開口を露出領域として有する態様であってもよい。開口の数が多いほど、電極領域と露出領域との境界線の長さの合計は増大する。

本発明による上記(2)の受光素子は、一般的な半導体発光素子と同様、結晶基板上にGa_{0.5}N系半導体の層を結晶成長させてなる積層体として構成されるのが好ましい。その場合、受光層は積層体の最上層に位置する。この積層体の構造、およびショットキー電極とオーミック電極との位置関係を図3に例示する。

図3(a)の例では、結晶基板5上に、バッファ層6を介してn型Ga_{0.5}N系半導体からなる受光層1を結晶成長させており、オーミック電極はショットキー電極と同じ受光面に設けられている。

図3(b)の例では、オーミック電極を設けるためのn型Ga_{0.5}N系半導体層4が受光層とは別に設けられている。このような態様は、ショットキー電極、オーミック電極の各々に適したキャリア濃度を別々に設定することが容易であるために、好ましい態様である。オーミック電極は層4の上面に設けられるが、平面的な配置パターンとしては受光層の周囲を全周取り巻くように設けてもよい。

図3(c)の例では、結晶基板が導電性を示す材料からなる基板であって、オーミック電極が結晶基板に設けられた例である。

オーミック電極とは、金属-半導体の接触が整流特性を示さず(印加する電圧の向きにかかわらずに)、接触抵抗がほとんど無視できる状態のものであって、例えば、S. M. Sze著(南日康夫ら訳)、“半導体デバイス”，産業図書(初版第3刷、163頁、174頁)の記載が参照される。高濃度にドーピングされた半導体と金属との接触は、形成される空乏層幅が著しく狭まり、トンネル電流が流れやすくなるために、オーミック性になり易い。

オーミック電極の材料(積層体の場合には、上側の材料/下側の材料と表記す

る) としては、Al/Ti、Au/Ti、Ti、Alなどが挙げられる。また、これらの材料を組み合わせて用いてもよい。

また、ショットキー電極側が逆バイアスになるように電圧が印加されるので、オーミック電極側がショットキー障壁を持っていたとしても大きな問題にはならない。このことは、両電極をショットキー電極で形成していても、受光面の電極に逆バイアスの電圧を印加して使う場合、もう一方の電極には順バイアス状態になり、結果、オーミック電極と同等の働きをすることを意味している。

結晶基板は、GaN系半導体が結晶成長可能なものであればよく、サファイア、水晶、SiC等や、GaN系半導体結晶が挙げられる。

結晶基板を絶縁体とするならば、サファイアのC面、A面、特にC面サファイア基板が好ましい。また、結晶基板が導電性を必要とするならば、6H-SiC基板や、GaN系半導体結晶が好ましい。また、図3(a)のように、サファイア結晶基板などの表面に、GaN系半導体結晶との格子定数や熱膨張係数の違いを緩和するためのZnO、MgO、AlN等のバッファ層を設けた積層体を基板とみなしても良く、さらにその上にGaN系半導体結晶の薄膜を有するものでもよい。

次に、上記(8)の態様である光導電型の受光素子について説明する。この受光素子は、図5(a)、(b)に示すように、GaN系半導体からなる第一導電型(同図ではn型)のi層を受光層10として有する。受光層10の一方の面は光Lが入射する受光面10aである。受光面10aには一方の極のオーミック電極20が設けられる。該オーミック電極20は、光Lが入射し得る態様にて形成される。また、受光層の他方の面10bには、受光層と同じ導電型で低抵抗のGaN系半導体層40を介して、他方の極のオーミック電極30が設けられており、光導電素子を構成している。他方の極のオーミック電極30は、受光層の他方の面10bに直接設けられてもよい。以下、他方の極のオーミック電極を設けるためのGaN系半導体層40を、単に「コンタクト層」とも呼ぶ。

i層とは、低濃度層の総称であって、n型低濃度層(ν層と呼ばれn⁻と書か

れる)、またはp型低濃度層(π 層と呼ばれ p^- と書かれる)を意味する。

上記(8)の態様である光導電型の受光素子は、受光を検出するための基本的なメカニズムに関しては、従来の技術で説明したものと同様であり、光導電効果を利用して電流を取出し、受光したことを検出するものである。

上記(8)の受光素子の重要な特徴は、受光層の受光面上には片方の極のオーミック電極だけが設けられ、他方の極のオーミック電極は、受光面の裏面に直接または他の結晶層(受光層と同じ導電型の高濃度層)を介して設けられた構成となっている点である。この構成によって、光の入射によって受光層に生じたキャリアは、受光面に沿って表層だけを移動するのではなく、受光層の厚さ方向に移動する。即ち、キャリアの移動経路に対して、表層部分が占める割合が少なくなっており、逆に、高品質な状態の深層部分が占める割合が多くなっているために、キャリアの再結合時間はより安定する。

受光層の導電型は、第一導電型(即ち、p型またはn型のいずれか)であればよいが、暗電流を下げてS/N比を向上させる点からn型低濃度層(ν 層)またはi層とするのが好ましい。受光層(i層)のキャリア濃度は、 $1 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ 以下であればよい。下限としては $1 \times 10^{13} \text{ cm}^{-3}$ 程度が挙げられる。

受光層の厚さは、限定されないが、空乏層の厚さ以上の厚さとすることが好ましく、光吸収によって層全体にキャリアを発生させる必要から、 $0.1 \mu\text{m} \sim 5 \mu\text{m}$ 程度が好ましい。

受光層の材料はGa_{0.5}N系半導体であればよいが、365nmより波長の長い光に対してはInGa_{0.5}Nが好ましく、365nmより波長の短い紫外線に対してはGa_{0.5}NまたはAlGa_{0.5}Nが好ましい。

両電極は、光導電効果による抵抗の変動をより高感度に検出するためオーミック電極である。

受光面に形成されるオーミック電極は、光が受光層に入射し得る様に形成する。このような電極としては、例えば、図5(a)に示すような透明電極が挙げられる。また、図5(b)に示すように、不透明な電極であっても、受光面10a

に電極に覆われていない入射領域を設けて光Lの入射量を必要量以上確保し、入射領域と電極に覆われた電極領域とのバランスを考慮すればよい。

受光面に設けられるオーミック電極は、受光層がn型低濃度層の場合、透明電極としてAu（厚さ50nm）/Ti（厚さ100nm）などが挙げられ、不透明電極としてAu（厚さ1μm）/Ti（厚さ100nm）などが挙げられる。また、受光層がp型低濃度層の場合、透明電極としてAu（厚さ50nm）/Ni（厚さ100nm）などが挙げられ、不透明電極としてAu（厚さ500nm）/Ni（厚さ100nm）、Al、Tiなどが挙げられる。上記電極の厚さ、特に不透明電極の厚さは、一例であって、これに限定されるものではない。

ここで、低キャリア濃度の場合、オーミックコンタクトが取り難くなる現実的な問題がある。これを解決するためには、オーミックコンタクトを取る為の層（オーミックコンタクト用層と呼ぶ）として、自由電子（または正孔）濃度 $1 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ 、厚さ10nm～50nm程度の層を、受光層と電極との間に入れることが好ましい。従来のように受光面上に一对の電極が形成され受光面に沿って電流が流れるタイプでは、オーミックコンタクト用層を電極間で切断分離しなければならないが、本発明では、このような層が設けられたままでよい。

受光面に設けられるオーミック電極の形成パターンは、透明電極の場合には、受光面の一部でも全面でもよい。また、不透明電極の場合には、電極に覆われた電極領域と、電極に覆われていない入射領域を形成する。例えば、クシ型や格子状などの電極パターンが挙げられる。

他方のオーミック電極は、上記したように、受光層の裏面に直接設けるか、またはコンタクト層を介して設ける。受光層の薄さを補う点からは、後者の態様が好ましく、またその場合でも、図5（a）、（b）のように、最初の基礎となる結晶基板50上に、コンタクト層40、受光層10を順に成長させた積層体とするのが好ましい。結晶基板とコンタクト層との間には、必要に応じてさらに他のGaN系半導体層を設けてもよい。結晶基板50がサファイア基板のような絶縁体であるならば、図5のようにコンタクト層40の上側の面を露出させ、その露

出面に他方のオーミック電極を設けるのが好ましい態様となる。

コンタクト層は、受光層と同じ導電型とし、低抵抗、即ち、キャリア濃度を $1 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ 以上とするのが好ましい。キャリア濃度の上限は、 $1 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$ 程度が挙げられる。

コンタクト層の厚さは、受光層の結晶性を確保する点から $1.0 \mu\text{m} \sim 5.0 \mu\text{m}$ 程度とするのが好ましい。

受光層とコンタクト層の材料の組合わせ例は数多く存在するが、（受光層の材料／コンタクト層の材料）と表記し例を挙げると、 $(n^- - \text{Ga N} / n^+ - \text{Ga N})$ 、 $(n^- - \text{Al Ga N} / n^+ - \text{Ga N})$ 、 $(n^- - \text{Al Ga N} / n^+ - \text{Al Ga N})$ 、 $(n^- - \text{In Ga N} / n^+ - \text{Ga N})$ 、 $(n^- - \text{Ga N} / n^+ - \text{Al Ga N})$ などが挙げられる。

図3（b）、図5に示す態様の場合、素子全体の形状は、直方体や円柱を、図6（a）のように1方向にのみ階段状となるよう組合わせた形状であっても、図6（b）のように全方向に階段状となるよう組合わせた形状であってもよく、製造が容易である点や、特性上好ましい点などから、適宜選択してよい。また、図6（b）の場合には、コンタクト層40上面に設ける電極30は、素子の外周を取り巻くように設けても、部分的に設けてもよい。

実施例

以下に、実施例を示し、本発明をより具体的に示す。

実施例1

本実施例では、上記（2）のショットキー障壁型のPDを製作した。受光面に設けるショットキー電極の形状をクシ形の配線パターンとし、ショットキー電極とオーミック電極とを共に受光面上に設ける態様とした。

図3（a）に示すように、C面サファイア基板5上に、Ga Nバッファ層6を介してn型Al Ga N層（受光層）1を成長させた。Al Ga N層は、バンドギャップが約 3.67 eV となる組成比であり、厚さ $3 \mu\text{m}$ 、受光面の外周形状は $5 \text{ mm} \times 5 \text{ mm}$ の正方形、キャリア濃度は $1 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ である。

受光面の正方形のうち、 $5\text{ mm} \times 4840\text{ }\mu\text{ m}$ の方形領域内にくし形のパターンのショットキー電極を設け、残る領域内に方形のオーミック電極を設けて対向させた。

ショットキー電極は、厚さ 500 nm のAuからなり、歯の数が 500 本のクシ形のパターンとした。このとき電極領域と露出領域との境界線の長さの合計は、受光面の外周の約 230 倍であった。

オーミック電極は、受光面上にTi層、Al層の順に形成した。

両電極間に 5 V の逆方向バイアスをかけた状態で、受光面に対して垂直な方向から種々の波長の光を照射し、受光の性能を調べたところ、約 340 nm 以下の紫外線に対して感度があることがわかった。 340 nm 以下の波長域については、従来のように基板側から光を入射させていた場合に問題となるAlGaInの光吸収特性が、本発明では逆にそのまま受光感度に寄与することになるので、フラットな特性となった。また、 340 nm よりも長い波長域については、光を吸収しないため、素子の温度が上がることも少なく、全く感度がなかった。

実施例 2

本実施例では、上記(2)のショットキー障壁型のPDの他の態様を製作した。ショットキー電極の形状をクシ形の配線パターンとし、オーミック電極をn型半導体からなる結晶基板に設けた。

図3(c)に示すように、n型GaIn結晶基板5上に、n型InGaIn層(受光層)1を成長させた。InGaIn層は、バンドギャップが約 2.93 eV となる組成比であり、厚さ $5\text{ }\mu\text{ m}$ 、受光面の外周形状は $1\text{ mm} \times 1\text{ mm}$ の正方形、キャリア濃度は $1 \times 10^{18}\text{ cm}^{-3}$ である。

ショットキー電極は、厚さ 20 nm のAuからなり、歯の数が 200 本のクシ形のパターンであって、電極領域と露出領域との境界線の長さの合計は、受光面の外周の約 86 倍であった。

オーミック電極は、n型GaIn結晶基板5の裏面にTi層、Al層の順に形成した。

両電極間に 3 V の逆方向バイアスをかけた状態で、実施例 1 と同様に受光の性能を調べたところ、約 425 nm 以下の紫外線に対して感度があることがわかった。425 nm 以下の波長域については、実施例 1 と同様、フラットな特性であり、また、425 nm よりも長い波長域についても、全く感度がなかった。

実施例 3

本実施例では、図 5 (a) に示す電極の態様と、図 6 (b) に示す素子の形状とを有する、上記 (8) の光導電型の受光素子を製作した。

サファイア C 面基板 50 上に GaN バッファ層 (図示せず) を介して、n-GaN 層 (厚さ 3 μ m、ドーパント Si、キャリア濃度 $1 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$) を成長させてコンタクト層 40 とし、その上に n⁻-GaN 層 (厚さ 3 μ m、ドーパント Si、キャリア濃度 $1 \times 10^{15} \text{ cm}^{-3}$) を成長させて受光層 10 とし、更に、n-GaN 層 (厚さ 50 nm、ドーパント Si、キャリア濃度 $1 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$) を成長させてオーミックコンタクト用層 (図示せず) とした。

受光面 10a 上に、オーミックコンタクト用層を介して、透明オーミック電極 20、Al (厚さ 50 nm) / Ti (厚さ 50 nm) を形成し、中央部を残して外周縁を RIE によって深さ 2.2 μ m だけエッチングしてコンタクト層 40 を露出させ、露出面上にオーミック電極 30 として Al (厚さ 500 nm) / Ti (厚さ 10 nm) を形成し、光導電型の受光素子を得た。

受光すべき光 L として 450 nm より短い種々の波長の光を照射し、受光感度を調べたところ、図 7 のグラフ図に実線で描いた曲線 ① で示すように、365 nm 付近から立ち上がり、それ以下の短い波長の光に対してフラットな特性を有することがわかった。

実施例 4

本実施例では、受光層の材料を Al_{0.1}Ga_{0.9}N とし、受光層上に設けるオーミック電極の態様を図 5 (b) に示す不透明電極 20 とした以外は、実施例 3 と同様、上記 (8) の光導電型の受光素子を製作した。

受光層 10 上のオーミック電極 20 は、Al (厚さ 0.5 μ m) / Ti (厚さ

0.1 μm)とした。また、受光面10a上に描かれた電極20のパターンは、1本の帯状導体を幹線としてそこから多数の帯状導体が分枝した「くし形」電極とした。

実施例3と同様に受光感度を調べたところ、図7のグラフ図に破線で描いた曲線②で示すように、340nm付近から立ち上がり、それ以下の短い波長の光に対してフラットな特性を有することがわかった。

産業上の利用可能性

以上説明したように、本発明の受光素子は、GaN系半導体を用いているために紫外線に対して優れた耐性を有する。

また、上記(2)の態様であるショットキー障壁型の受光素子では、ショットキー障壁型であり不透明な電極を用いたものでありながら、ショットキー電極の上面側からの光を受光する構造である。このため、受光すべき光は、GaN系半導体からなる層を通過することなく、また電極側からの入射でありながら直接的に空乏層に入射することができる。これによって、青色～紫外域の波長の光に対しても優れた感度を有するものとなり、特に、波長が短くなっても感度が減少することがない。

また、上記(8)の態様である光導電形の受光素子では、発生したキャリアが受光層の厚さ方向に移動する構造であるから、受光面付近の汚染や劣化などの結晶状態が、感度に対して大きな影響を与えない。

本出願は日本で出願された平成10年特許願第265506号および平成10年特許願第265516号を基礎としており、それらの内容は本明細書に全て含まれる。

請求の範囲

1. GaN系半導体からなる受光層と、該受光層の一方の面を受光面として、該受光面に該受光層への光の入射を可能とする態様にて設けられた電極とを、有することを特徴とする半導体受光素子。

2. 当該受光素子がショットキー障壁型の受光素子であって、上記受光層が第一導電型の層であり、上記受光面に設けられた上記電極が、少なくともショットキー電極を含んでおり、該受光面のうち、ショットキー電極に覆われている領域と、露出している領域との境界線の長さの合計が、受光面の外周の長さよりも長い、請求の範囲1記載の受光素子。

3. 上記ショットキー電極が、帯状導体を組み合わせてなる配線パターンとして形成されたものである請求の範囲2記載の受光素子。

4. 上記帯状導体の帯の幅が、 $0.1\mu\text{m} \sim 2000\mu\text{m}$ である請求の範囲2記載の受光素子。

5. 上記配線パターンが、クシ形のパターンである請求の範囲2記載の受光素子。

6. 上記受光層が、結晶基板上に第一導電型のGaN系半導体からなる層を1層以上成長させてなる積層体の最上層であって、オーミック電極が受光層以外の層に設けられている請求の範囲2記載の受光素子。

7. 結晶基板が導電性を示す材料からなる基板であって、オーミック電極が結晶基板に設けられている請求の範囲6記載の受光素子。

8. 当該受光素子が光導電型の受光素子であって、上記受光層が第一導電型のi層であり、上記受光面に設けられた上記電極が一方の極のオーミック電極であり、

受光層の他方の面には、直接的にまたは、第一導電型で低抵抗のGaN系半導体層を介して、他方の極のオーミック電極が設けられている、請求の範囲1記載の受光素子。

9. 一方の極のオーミック電極が、光の入射を可能とする様、透明電極として



設けられている請求の範囲 8 記載の受光素子。

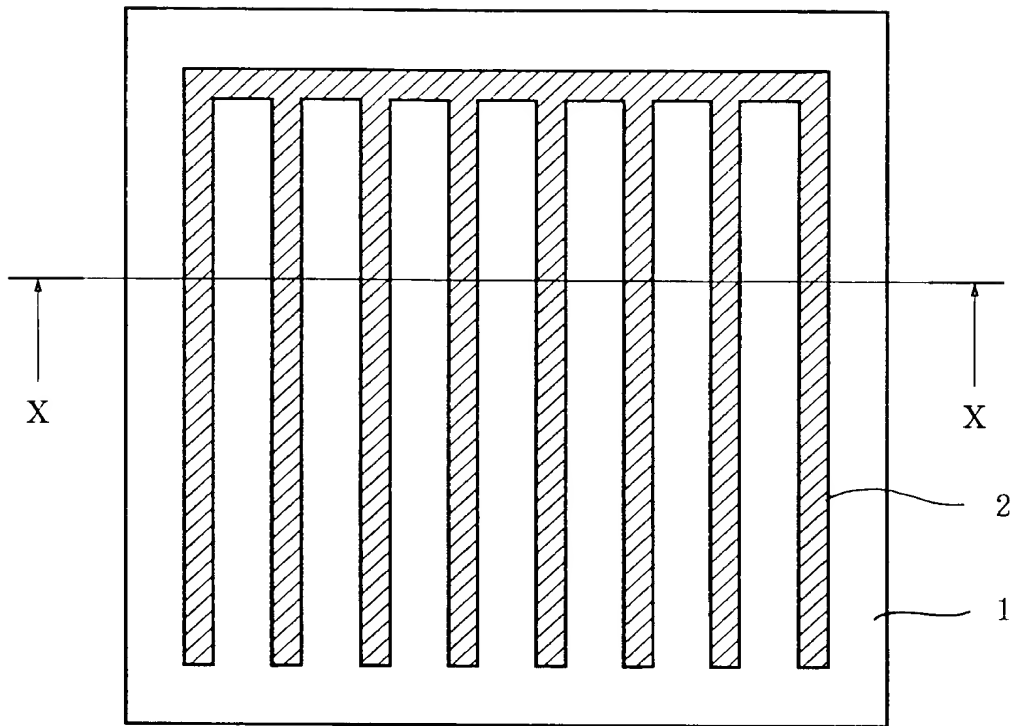
10. 一方の極のオーミック電極が不透明な電極であって、光の入射を可能とする様、受光面に、電極に覆われた電極領域と、電極に覆われていない入射領域が形成されている請求の範囲 8 記載の受光素子。

11. 上記他方の極のオーミック電極が第一導電型で低抵抗の GaN 系半導体層を介して設けられる態様であって、結晶基板上に、前記低抵抗の GaN 系半導体層、受光層が順に形成され、低抵抗の GaN 系半導体層の上側の面が部分的に露出しており、この露出した面に他方の極のオーミック電極が設けられている請求の範囲 8 記載の受光素子。

12. 上記結晶基板がサファイア結晶基板であり、上記低抵抗の GaN 系半導体層が n^+ -GaN 系半導体層であり、上記受光層が n^- -GaN 系半導体層であって、上記受光面に設けられた一方の極のオーミック電極が、くし形電極である、請求の範囲 11 記載の受光素子。

図 1

(a)



(b)

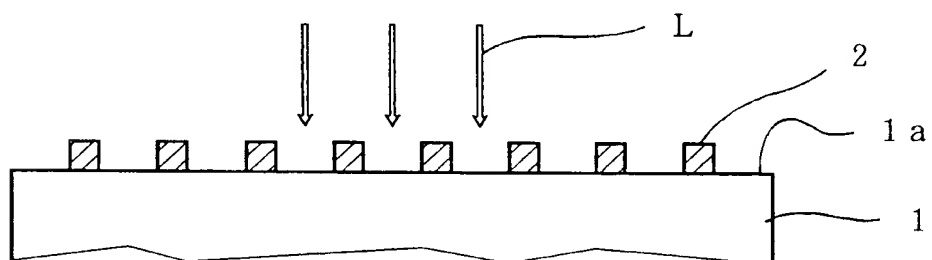


図 2

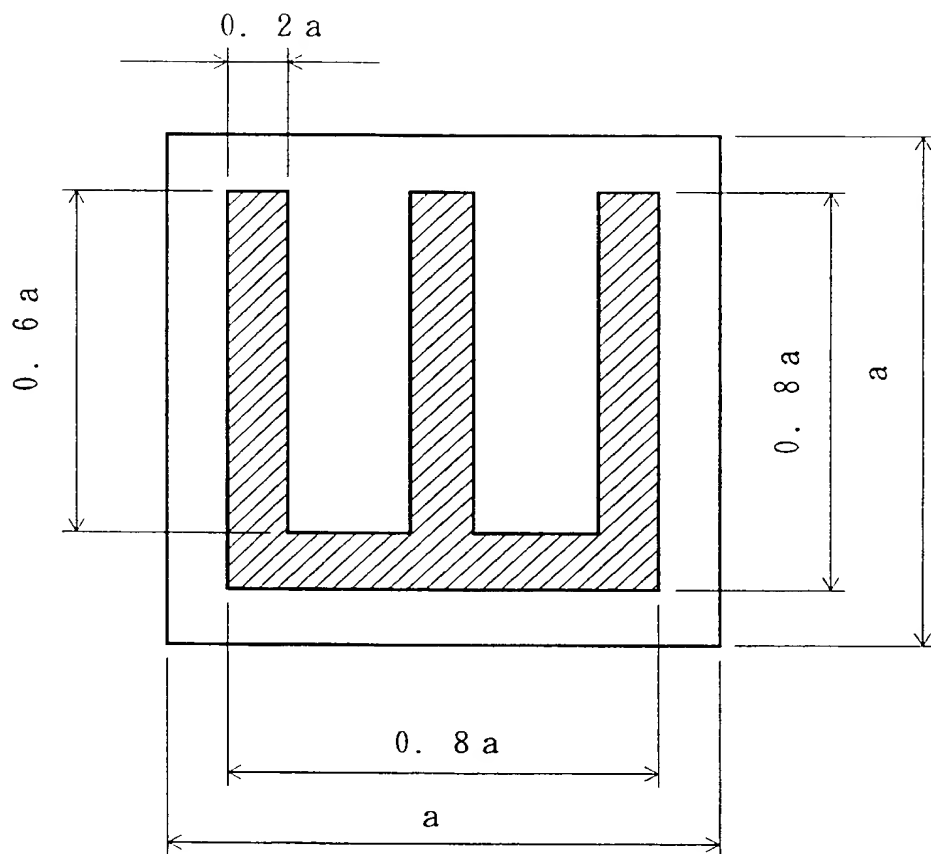


図 3

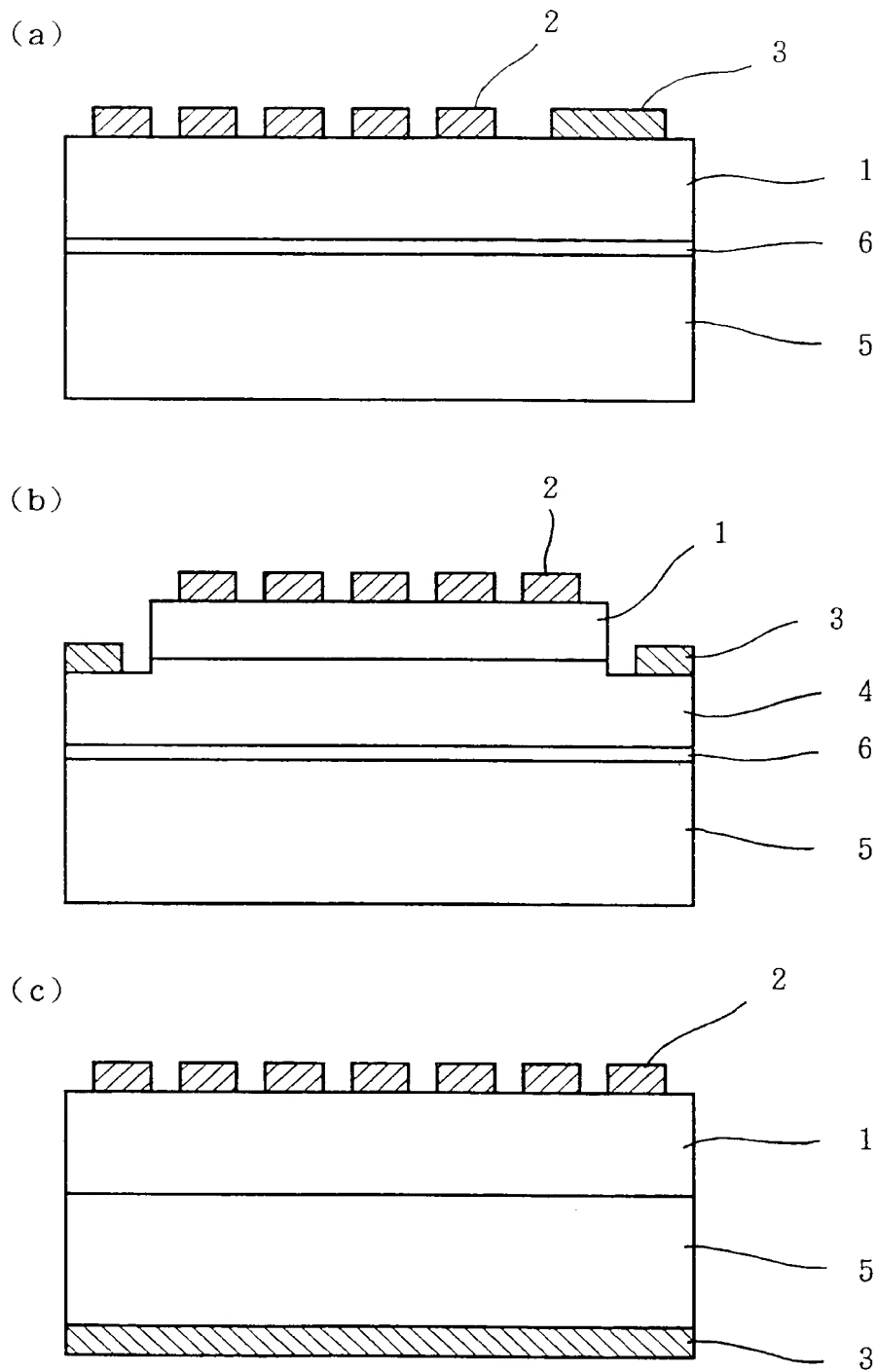
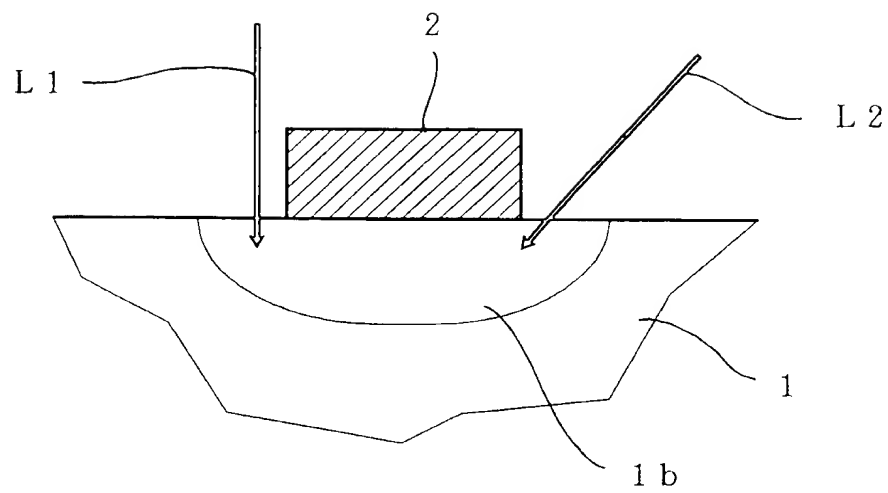


図 4

(a)



(b)

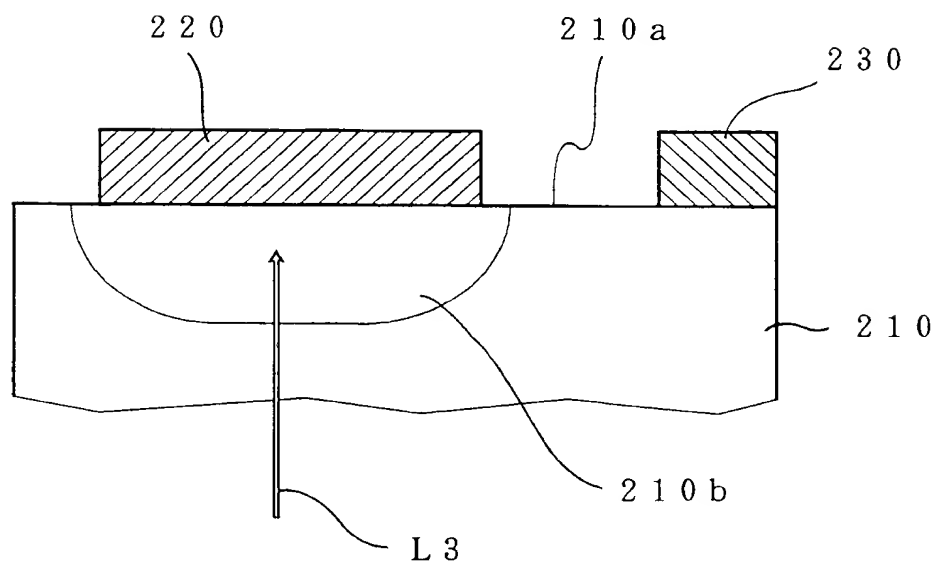
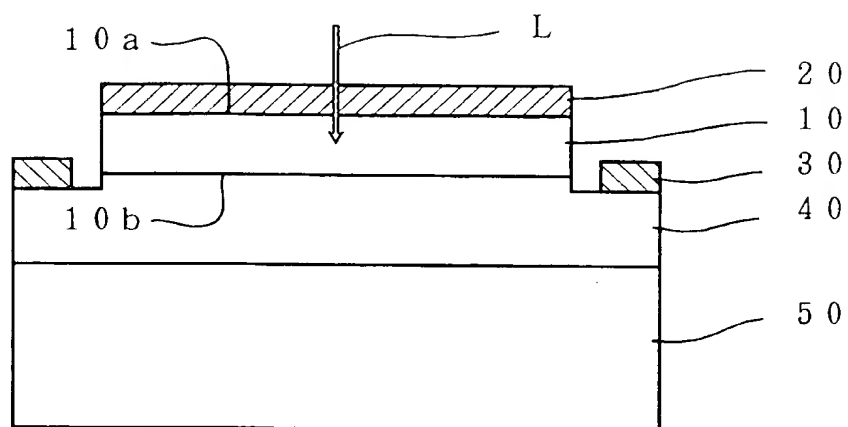


図 5

(a)



(b)

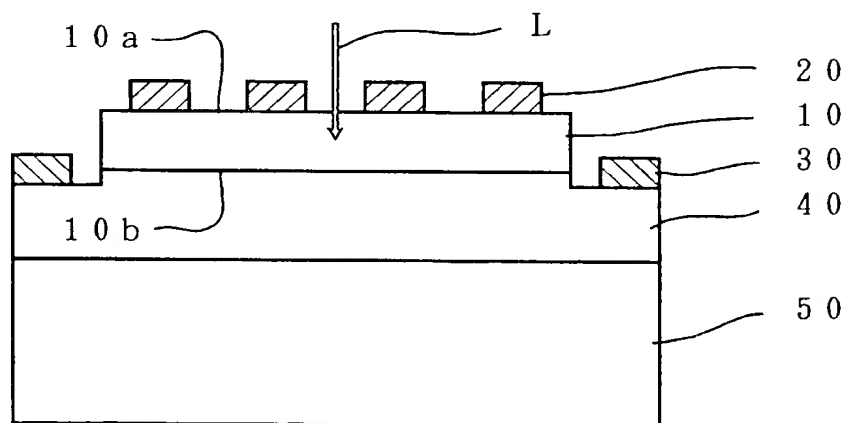
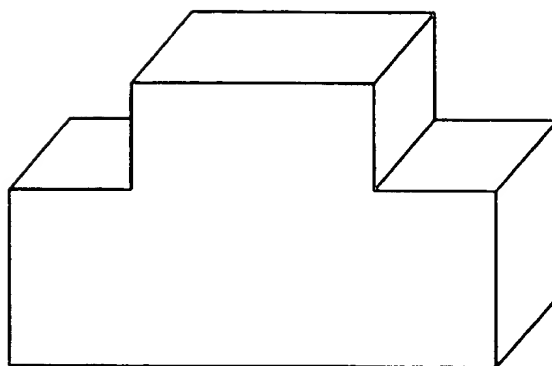




図 6

(a)



(b)

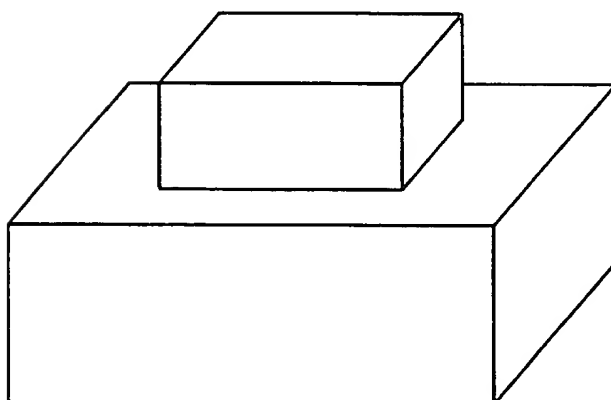


図 7

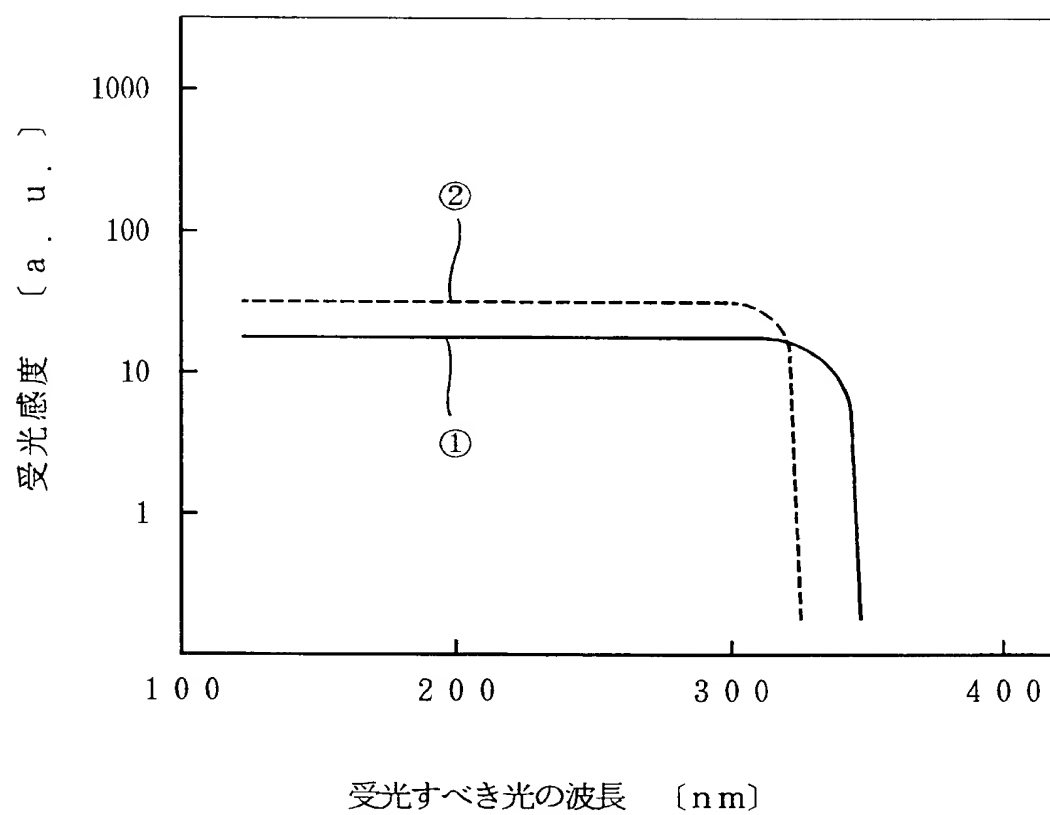
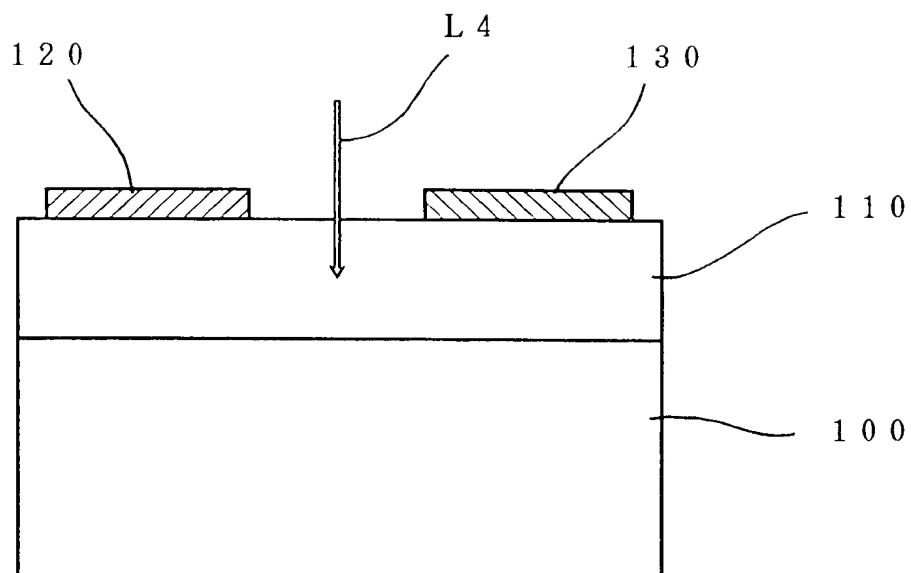


図 8



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP99/04993

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl.⁶ H01L31/10, 31/08

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
Int.Cl.⁶ H01L31/10, 31/08, 31/02

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Jitsuyo Shinan Koho 1940-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-1999
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-1999

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP, 61-267374, A (Honeywell Inc.), 26 November, 1986 (26.11.86), Fig. 1; page 2, lower right column, line 7 to page 3, upper left column, line 13; page 3, lower left column, last line to lower right column, line 8 & US, 4616248, A & EP, 202637, A2	1 2-12
P,X	JP, 11-195810, A (SANYO ELECTRIC CO., LTD.), 21 July, 1999 (21.07.99), Fig. 1; Par. Nos. [0024]-[0026], [0057], [0060] (Family: none)	1-7
Y	JP, 06-014561, B2 (Honeywell Inc.), 23 February, 1994 (23.02.94), Fig. 1; Column 5, lines 14-42; Column 6, lines 29-31 & US, 4614961, A & EP, 177918, B1 & DE, 3581998, C0 & JP, 61-091977, A	1-12

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier document but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search
11 November, 1999 (11.11.99)

Date of mailing of the international search report
14 December, 1999 (14.12.99)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP99/04993

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP, 63-181481, A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 26 July, 1988 (26.07.88), Figs. 1, 4 page 1, lower right column, lines 10-20; page 2, lower left column; page 3, upper left column (Family: none)	2-12 —
Y	JP, Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 132707/1989 (Laid-open No.071662/1991), (Sanyo Electric Co., Ltd.) 19 July, 1991 (19.07.91), Fig. 1; specification, page 4, line 10 to page 6, Line 14 (Family: none)	2-7
Y	US, 3971057, A (The Secretary of the Navy), 20 July, 1976 (20.07.76), Fig.1 Column 2, lines 14 to 31 (Family: none)	2-7
Y	JP, 49-006888, A (Canon Inc.), 22 January, 1974 (22.01.74), Figs. 1, 2 page 3, upper left column, lines 6-13 (Family: none)	8-12
Y	US, 3878105, A (General Dynamics Corporation), 15 April, 1975 (15.04.75), Fig.1,2 Column 2, line 58 to column 3, line 6 (Family: none)	8-12
A	JP, 61-008980, A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 16 January, 1986 (16.01.86), Full text (Family: none)	1-12

国際調査報告

国際出願番号 PCT/J P 99/04993

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁶ H01L31/10, 31/08

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁶ H01L31/10, 31/08, 31/02

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1940-1996
 日本国公開実用新案公報 1971-1996
 日本国登録実用新案公報 1994-1999
 日本国実用新案登録公報 1996-1999

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X Y	J P, 61-267374, A (ハネウエル・インコーポレーテッド) 26. 11月. 1986 (26. 11. 86) 第1図、第2頁右下欄第7行-第3頁左上欄第13行、 第3頁左下欄末行-同右下欄第8行 & US, 4616248, A & EP, 202637, A2	1 2-12
P, X	J P, 11-195810, A (三洋電機株式会社) 21. 7月. 1999 (21. 07. 99) 図1、段落24-26, 57, 60 (ファミリーなし)	1-7

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
 「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

07. 12. 99

国際調査報告の発送日

14.12.99

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

小原 博生

2K

8102

電話番号 03-3581-1101 内線 3253

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP, 06-014561, B2 (ハネウエル・インコーポレーテッド) 23. 2月. 1994 (23. 02. 94) 第1図、第5欄第14-42行、第6欄第29-31行 & US, 4614961, A & EP, 177918, B1 & DE, 3581998, C0 & JP, 61-091977, A	1-12 -
Y	JP, 63-181481, A (松下電器産業株式会社) 26. 7月. 1988 (26. 07. 88) 第1, 4図 第1頁右下欄第10-20行、第2頁左下欄、第3頁左上欄 (ファミリーなし)	2-12
Y	JP, 日本国実用新案登録出願01-132707号 (日本国実用 新案登録出願公開03-071662号) の願書に添付された明 細書及び図面のマイクロフィルム (三洋電機株式会社) 19. 7月. 1991 (19. 07. 91) 第1図、明細書第4頁第10行-第6頁第14行 (ファミリーなし)	2-7
Y	US, 3971057, A (The Secretary of the Navy) 20. 7月. 1976 (20. 07. 76) Fig. 1 第2欄第14-31行 (ファミリーなし)	2-7
Y	JP, 49-006888, A (キャノン株式会社) 22. 1月. 1974 (22. 01. 74) 第1, 2図 第3頁左上欄第6-13行 (ファミリーなし)	8-12
Y	US, 3878105, A (General Dynamics Corporation) 15. 4月. 1975 (15. 04. 75) Fig. 1, 2 第2欄第58-第3欄第6行 (ファミリーなし)	8-12
A	JP, 61-008980, A (松下電器産業株式会社) 16. 1月. 1986 (16. 01. 86) 全文 (ファミリーなし)	1-12